

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию в виде научного доклада Виктора Викторовича Шарыгина «МИНЕРАЛООБРАЗОВАНИЕ В ПИРОМЕТАМОРФИЧЕСКИХ, ЩЕЛОЧНО-МАГМАТИЧЕСКИХ И МЕТЕОРИТНЫХ АССОЦИАЦИЯХ», представленную на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография

Диссертационная работа В.В. Шарыгина (в виде научного доклада) посвящена изучению минерального состава и анализу условий образования трех систем – щелочно-магматической, пирометаморфической и метеоритной, имеющих важное значение для формирования Земли и планет земной группы. Их объединяет сложный состав и специфические физико-химические параметры образования. Несмотря на длительную историю изучения, очень многие вопросы генезиса этих образований остаются нерешенными, в том числе и в связи с недостаточной изученностью процессов минералообразования в них. Представленная работа содержит большой объем новых данных, полученных с помощью современных аналитических методов, включая изучение расплавных и флюидных включений в минералах, рамановскую спектроскопию, EDS, WDS, SIMS, и других и направлена на более глубокое понимание условий образования выбранных для исследования образований. Таким образом, актуальность работы не вызывает никаких сомнений.

Диссертация состоит из введения, трех глав, каждая из которых посвящена одной из минеральных систем, и списка опубликованной литературы (40 наименований); она изложена на 63 страницах, включает 36 рисунков и 9 таблиц. В вводной части В.В. Шарыгиным формулируются актуальность проблемы, цели и задачи работы, ее научная новизна, охарактеризованы объекты исследования и использованные методы их изучения, сформулированы защищаемые положения.

В Главе 1 приводится краткая характеристика пирометаморфизма и пирогенного метаморфизма как его разновидности, развитие которого получило в последние три десятилетия, а также даются ссылки на основные

работы по его изучению. Это направление в мировой геологии стало развиваться активно в последние 30 лет, а в нашей стране такие исследования были начаты Б.В. Чесноковым еще в 1980-х годах на Урале (Чесноков, Баженова, 1985; Чесноков, Щербакова, 1991); который в горельниках на Урале открыл ряд новых минералов (сребродольскит, флюорэллестадит и др.). В целом, работы Б.В. Чеснокова по горелым терриконам угольных шахт до сих пор актуальны для минералогов, занимающихся пирометаморфизмом. В.В. Шарыгин успешно продолжает эти исследования.

Одним из важнейших направлений в исследовании пирогенных пород является оценка температур, при которых происходило минералообразование, в частности, ларнитовых метакарбонатных и пироксен-плагиоклазовых пород. В качестве основного объекта исследований для решения этой проблемы автором выбран пирометаморфический комплекс Хатрурим Бэзин (формация Хатрурим, Израиль). В данной главе автором детально охарактеризована система $\text{CaTiO}_3 - \text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ca}_2\text{Al}_2\text{O}_5$, содержащая соединения с перовскитовой структурой; дан анализ фазовых диаграмм $\text{CaTiO}_3 - \text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ и $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5 - \text{Ca}_2\text{Al}_2\text{O}_5$. Рассмотрены природные аналоги системы перовскит-браунмиллерит, которые редки в обычных контактового-метаморфических породах основных интрузивов (за исключением перовскита) (Ревердатто, 1970).

Глава 2 посвящена карбонатно-щелочным системам, и выяснению генезиса щелочных карбонатитов в природных вулканических и плутонических системах. Она основана в основном на изучении карбонатит-нефелинитового вулкана Олдоиньо Ленгаи, расположенного в южной части Кенийского рифта Восточно-Африканской рифтовой системы, карбонатитовые породы которого характеризуются необычной обогащенностью щелочными элементами. Работы автора базируются на исследовании включений в породообразующих минералах слагающих вулкан пород, в частности, нефелинитов, ийолитов и фонолитов. В нефелинитах расплавные и флюидные включения были найдены в основном в нефелине, реже они встречаются во фторапатите, волластоните и клинопироксене.

Глава 3 характеризует минеральный состав, поздних стадий кристаллизации железных метеоритов, представляющих фрагменты ядер планетозималей. В ней рассмотрены три метеорита - Эльга, Дарьинское (относящийся к самой малочисленной из всех магматических железных метеоритов группе плесситовых октаэдритов) и Уакит. Для этих метеоритов приводится детальная минералогия, редкие минеральные виды и силикатные включения в троилитовых нодулях.

Все данные по составу минералов и включениям в них, принадлежащих трем изученным системам, получены лично автором. Его вклад в настоящую работу не вызывает никаких сомнений. В.В. Шарыгиным проделана огромная кропотливая работа по исследованию минеральных фаз, среди которых 2 новых минерала (умбрианит и риппит) открыты в щелочно-карбонатитовых ассоциациях, 5 минералов (шуламитит, фторкуйгенит, флеймит, наталиякуликит и эллинаит) - в пирогенных породах и 2 новых минерала (уакитит и гроховскиит) - в метеоритах. Также описано большое количество потенциально новых минеральных фаз, которые пока не зарегистрированы в ММА.

Эти результаты вносят весомый вклад, как в минералогию в целом, так и имеют прикладное значение: они позволяют использовать ряд парагенезисов (Fe-перовскит + шарыгинит/шуламитит, Fe-перовскит + наталиякуликит и гематит + корунд, а также фазы состава FeAlO_3) для оценки пиковых температур формирования пирометаморфических метакарбонатных и пироксен-плагиоклазовых пород, соответственно. Научное значение работы заключается не только в открытии ряда новых минералов, но и в исследовании с помощью методов термобарогеохимии карбонатит-щелочных магм на примере вулканитов Восточно-Африканского рифта, позволивших установить несмесимость натрокарбонатных и силикатных расплавов.

Работа написана ясным геологическим языком, хорошо структурирована и иллюстрирована; особенно хорошо выполнены фотографии даже мелких многофазных включений (Рис. 2.2.-4, 2.2.-5). Ее высокий научный уровень

подтверждается публикациями результатов в ведущих мировых журналах, а также их обнародованием на крупнейших конференциях в России и за ее пределами. Все выводы и защищаемые положения обоснованы фактическим материалом.

Как любая большая работа, диссертация не лишена некоторых недостатков, которые, вероятно, обусловлены во многом ограниченным объемом избранного формата. Главным из них рецензенту представляется недостаточные сведения по геологии выбранных объектов, в частности, отсутствие в некоторых случаях валового состава пород, в которых были изучены минералы и включения в них, что не позволяет сопоставить полученные данные для родоначальных расплавов с реальными составами. Хотелось бы увидеть более детальный анализ полученных автором данных по эволюции процессов (магматизма, пирометаморфизма и др.) с помощью изучения включений и других петрологических методов.

Конкретные замечания сводятся к следующему: 1. В разделе «Личный вклад автора» сказано, что автором были отобраны и подготовлены образцы магматических и пирометаморфических пород и метеоритов для различных аналитических работ. Не совсем понятно, какие именно образцы отобраны в полевых условиях, а какие просто выбраны из существующих коллекций. Например, сказано, что комбеит-волластонитовый нефелинит из лавового потока 1917 года (образец OL7/2000) был отобран в западной части северного кратера Олдоиньо Ленгаи. Кем отобран, автором? В действительности такие сведения во многом отражают знания автора о геологии объектов.

2. В начале главы 1 дается характеристика пирометаморфизма, к которому отнесены и метаморфические породы из контакта трапповых интрузивов со ссылкой на работу Ревердатто (1970). Хотелось бы уточнить, все ли контактово-метаморфические породы относятся к пирометаморфическим образованиям. На первых этапах исследований описанные еще В.С. Соболевым породы высокотемпературной фации в 1934 г. определялись как очень редкое

явление. Хорошо было бы конкретизировать условия появления подобных пород (по литературным данным).

3. В главе 1 (стр.17) отмечается, что первоначально изученная порода была классифицирована как плагиоклаз-клинопироксеновый роговик (Шарыгин и др., 2008), но обилие газовых пустот позволяет интерпретировать её как паралаву, которая образовалась за счет плавления роговика (Sharygin, 2019). Вероятно, для точной диагностики породы необходимо знать не только текстурно-структурные особенности породы, но и морфологию и положение геологического тела, которое ей сформировано. Об этом ничего не сказано в данном разделе. Хорошо было бы привести в работе геологические разрезы или зарисовки обнажений.

4. Сделанное выше замечание об отсутствии составов пород в значительной степени относится к исследованию вулкана Олдоиньо Ленгаи. Особенно остро встает вопрос о составе расплава нефелинитов, поскольку состав включений (Таблица 2) в нефелине принципиально отличается от состава минерала (и породы) по главным и редким элементам, что отмечено самим автором. С чем связаны подобные отличия и на сколько изученные включения отражают состав исходного расплава? Следовало пояснить это в тексте. Нигде в работе не приводятся составы закаленных стекол из включений. Если их состав не меняется в процессе эксперимента, то это тоже хорошо было бы показать. На Рис.2.1. нет масштаба.

5. В качестве источника для верхних слоев туфов Лаэтоли В.В. Шарыгиным предполагаются два вулкана - Ессимигор и Мосоник, но высказываются сомнения в реальности источника, т.к. они расположены на расстоянии около 100 км. Такое расстояние вполне реально, т.к. пепловый материал может переноситься и на значительно большие расстояния.

6. В Главе 3 сказано, что в железных метеоритах постоянно присутствуют троилитовые нодули и обособления, представляющие собой остаточный сульфидный расплав. Почему сульфидный расплав - остаточный?

7. Автором сказано, что для метеорита Эльга выявлены многочисленные признаки локального импактного плавления как в металле, так и в силикатных включениях. В чем они выражаются? Хорошо бы дать краткую характеристику.

Некоторые отмеченные выше недостатки не меняют общей высокой оценки работы. Диссертация В.В. Шарыгина в виде научного доклада содержит данные и теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как новое крупное достижение в развитии минералогии и петрологии пирометаморфических и ультращелочных пород, а также метеоритов. Она полностью соответствует требованиям п.9 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации No842 от 24.09.2013г. (с изменениями в редакции постановлений правительства Российской Федерации No 335 от 21.04.2016г., No748 от 02.08.2016г., No 650 от 29.05.2017г., No 1024 от 28.08.2017г., No 1168 от 01.10.2018г.), а ее автор – Виктор Викторович Шарыгин – заслуживает присуждения ему степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 25.00.05 – минералогия, кристаллография.

Криволуцкая Надежда Александровна

доктор-геолого-минералогических наук

ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии магматических и

метаморфических пород Института геохимии и аналитической химии им. В.И.

Вернадского РАН

119991, Москва, ул. Косыгина, 19, ГЕОХИ РАН, <http://geokhi.ru>

e-mail: nakriv@mail.ru

Тел. +74959397017

Я, Криволуцкая Надежда Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

06.09.2022 г.



Handwritten signature of N. A. Krivolutskaia

Handwritten signature of N. A. Krivolutskaia
Handwritten signature of V. V. Sharugin